

I hereby certify that this paper or fee is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as First Class Mail on the date indicated above and is addressed to:  
Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Jeffrey Slusher

(Typed or printed name of person mailing paper or fee)

Jeffrey Slusher

(Signature of person mailing paper or fee)

17 September 2001



GA 4 2832  
C-19-2  
PATENT APPLICATION  
Docket No. POS-MAETNING

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): OLSSON, Johan

Group Art Unit: 2832

Serial No.: 09/919,689

Examiner:

Filed: 30 July 2001 (31 July 2001 on filing receipt in error)

Title: METHOD AND ARRANGEMENT FOR DETERMINING THE POSITION  
OF AN ELECTROMAGNETIC ACTUATOR

RECEIVED  
SEP 25 2001  
TO 2832 MAIL ROOM  
RECEIVED  
SEP 25 2001  
COMMISSIONER FOR PATENTS  
Washington, D.C. 20231

TRANSMITTAL LETTER FOR PRIORITY DOCUMENT

Sir:

This application claims priority of Swedish Patent Application No. 0002796-1. An official copy of this priority application, that is, the priority document, is enclosed.

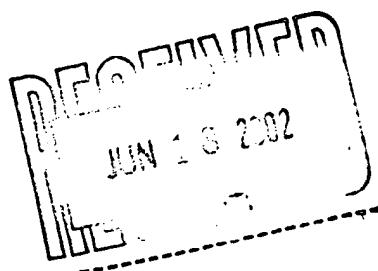
Date: 17 September 2001

Respectfully submitted,

Jeffrey Slusher

34825 Sultan-Startup Rd.  
Sultan, WA 98294  
Phone & fax: (360) 793-6687

Jeffrey Slusher  
Reg. No. 34,729  
Attorney for the Applicant(s)



# PRV

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET

Patentavdelningen



Intyg  
Certificate



Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.

(71) Sökande Swedish Control Systems AB, Åmål SE  
Applicant (s)

(21) Patentansökningsnummer 0002796-1  
Patent application number

(86) Ingivningsdatum 2000-07-28  
Date of filing

RECEIVED  
SEP 25 2001  
10 2800 MAIL ROOM

Stockholm, 2001-07-17

För Patent- och registreringsverket  
For the Patent- and Registration Office

Hjördis Segerlund  
Hjördis Segerlund

Avgift  
Fee 170:-

2000-07-8

1

## Huvudboxen Kassan

## METOD FÖR POSITIONSMÄTNING AV ELEKTROMAGNETISK AKTUATOR

Föreliggande uppförande avser en metod för avhållning av flyg i en linjär elektromagnetisk våvleder som fungerar enligt talgoole-principen.

5

TEKNIKENS STÅNDPUNKT

10 En ofta hämtad nackdel med denna metod är att den relativt låga konvergenshastigheten är låg, varför även den absoluta noggrannheten blir låg vilket är en nackdel om god precision krävs. I USS172298 föreslås även att spaken kan delas upp på en drivande spole och en motdrivande spole, vilket är en ytterligare nackdel eftersom det leder till en ökad komplexitet.

För att åstadkomma en snabb positionering av extremlävis en härdadick pick-up virms i US4937510

15 hur man med analog elektronik kan anpassa den av spolens hastighet indicerade strömk och därmed kunna styra spolens hastighet. Den absoluta positioneringen styrs här av komplexa principer och mätningen av hastigheten är endast avsedd för att vridas till en hastighetsregulator med  $k_1$  bandbredd. Samma typ av hastighetsstyrning har även använts för att hastighetsreglera spolen i högtalare men oftast genom att ha en annan dedicerad nätverkspol i mästrutning till den drivande spolen.

20 Ingen av dessa två metoderna har kapaciteten att lämna ett absolutt värde på alkoholernas prisbete.

I PCT/SIE98/01564 visas hur ytterligare en aktuatorprincip kan förses med positionsmätning, genom mätning av induktansvariationer härledda ur ömsesidig induktionskupor skapad av den i aktuatorotypen ingående transformatören, principen bygger dock på en komplex struktur vad gäller både drivning av aktuatorn och analys av aktuatorns läge, vilket i vissa applikationer inte är önskvärt.

25

## KORT BESKRIVNING AV UPPFINNINGEN

Uppfinningen har till ändamål att lösa ovan nämnda problem, för att erhålla en snabb och noggrann positionsmätning av läget av den rörliga spolen i en linjär aktuator baserad på talspoleprincipen. Detta ändamål uppnås med en metod för drivning och positionsmätning av en aktuator, bestående av en

30 en permanentmagnet magnetiserat gap i vilket en talspole är anordnad att röra sig mellan två ändlägga där mängden kärnmaterial som omsluts av talspolea varierar med läget, varvid talspolen är ansluten till en kontrollerbar strömkälla  $k$  annelecknad av att talspolens rörelseart kan styras vilket kontrolleras aktuatoroms kraft samt att en växelströmskomponent kan genereras genom vilken kretsens fasvridning kan märas vilket ger en mätta på talspolens läge i förhållande till



## BESKRIVNING AV UTFÖRINGSEXEMPEL

I figur 1 visas en geometrisk ritning av en cylindrisk linjär aktuator med permanentmagnet (2), jämkärna (1), ytterring (5) och talspolen (3) där talspolen drivas av strömflöden (7). Då talspolen (3) rör sig utåt i riktning från jämkärnan (1) kommer dess induktans att minskas i motsvarande mänta eftersom den del av jämkärnan (1) som omsluts av spolen minskar. Om längdhållandet mellan längd av luftgap (6) och slaglängd och spol längd är 1:1:2 kommer induktansvarianterna att minnas sig 50%, vilket ger goda förutsättningar att mäta induktionsvarianter och därmed driva av spolen med god noggrannhet. Det råder en kompromiss situation mellan slaglängd och effektivitet eftersom ökad 10 slaglängd leder till ökad andel av spolen som inte befinner sig i luftgapet (6) och därmed inte utvecklar kraft i samma utsträckning. En viss kraft kommer dock genereras eftersom den magnetiska fältstyrkan avtar gradvis med ökande avstånd från luftgapet (6).

Figur 2 visar en analog lösning av den uppföringsenliga metoden där talspolen (3) drivas av antingen en positiv eller negativ spänning via två switchtransistorer (17) försedda med frekvensdäckare (8). Kraftreglering sker genom att konstruktionen självsvänger mellan två strömmarivier, återgivna i fig. 3, som bestäms av komparatorn (14) och dess hysteres, här stoppad med hjälp av två däckare (13). Drivning av switchtransistorer sker genom inverteraren (18) som tillser att antingen den ena eller den andra switchtransistorn (17) leder samt transistordrivstegen (16). När den momentana strömmen, representerad av spänningen från förstärkaren (15), överstiger nivån som är satt av 20 positionsregulatorn (11) plus komparatorns hysteres slås den positiva drivtransistorn av och den negativa på. När den momentana strömmen understiger nivån från positionsregulatorn minus komparatorns hysteres slås den negativa transistorn av och den positiva på. Frekvensen med vilken detta sker beror dels på komparatorns (14) hysteres, som är konstant, dels på strömdrivorivaten för strömmen genom talspolen (3) som är en funktion av aktuell induktans som i sin tur beror av läget. 25 Detta medför att den frekvens till spänningkonverter (12) som förbinder komparatorn (14) utgång med positionsregulatorns (11) minus ingång ger ärvärdet av positionen (10). Medelströmmen som bildas är sättades lika med nivån som levereras av positionsregulatorn (11) till komparatorn (14). Frekvensen som här mäts och representeras position kommer dock även att påverkas av andra oönskade faktorer. Då pulskvoten för drivning av talspolen minskar sig i kommer talspolens resistiva 30 egenskaper att dominera vilket försvårar mätning. Viss kompensation för detta kan givetvis implementeras men i de flesta fall kan problemet lösas genom att dimensionera drivspänning och DC-resistans hos talspolen så att pulskvoten aldrig behöver nå kritiska nivåer. Talspolens hastighet kommer att inducera mot-EMK vilket i sin tur momentan kan störa kretsens frekvens. Även detta problem kan lösas i de allra flesta applikationer, inom ramen för den uppföringsenliga metoden genom anpassning av förhållandet mellan t.ex. drivspänning, tråddiameter och antal trådvarv i talspolen.

7000-07-03

4

## Huvudfaxen Kassan

Ovanstående utföringsexempel baserar sig på en induktionsberoende självsvängning där induktansen ändras av talspolens läge. Man kan inom ramen för den uppfinningsenliga metoden välja sig andra lösningar såsom exempelvis att åkaaktuators kraft styrs av en H-brygga där pulsen styrs avslämmad kraft men med konstant frekvens samt att vid varje tillfälle H-bryggan rums av och talspoleas ingräde energi laddas ur, exempelvis strömlindrivation vilket är ett omväti på talspoleas induktans.

Ytterligare ett utförande exempel är att låta talspoleas ström styrs av en likspänning som kontrollerar åkaaktuators kraftuttag med en överlagrad sinusformad växelspänning av konstant amplitud där fasväridning mellan sagda växelspänning och växelströmmen som därför kan bildas genom talspolen kan mätas och positionen avläsas.

Om viss applikation har stora krav på absolut positionsmätning kan variatörer i talspoleas resistivitet orsakade av temperaturändringar i talspoleas prävaror måttresulterat negativt. Det finns då möjlighet att mäta resistansen genom att beräkna kvoten av medeldvärdet av ström och spänning genom talspolen vilket i sin tur kan användas för kompensation av positionsvärden. Ytterligare en metod är att försa talspolen med en temperaturgivare för senzors ändamål.

Uppfinningen är inte begränsad av det ovan beskrivna utan kan variera inom ramen för de efterföljande patentkraven. Således innehåller exempelvis att den magnetiska kretsen kan bestå av en eller flera olika sätt där ingående permanentmagneter och kärndelar kan variera både i antal, form och placering. Även utföranden där en och samma permanentmagnet används att driva flera olika luftgap med tillhörande talspole är möjligt inom ramen för den uppfinningsenliga metoden. Vidare kan den elektroakik som används för avläsning av fasväridning implementeras på vilket sätt utan att främja den uppfinningsenliga metoden. Ej heller är det nödvändigt att åkaaktuators rörelsen är cirkulär, såsom det angäts i exemplet ovan.

Ink. T. Pato

i reg. verket

2000-07-28

5

Huvudboxen Kossan.

## PATENTKRAV

1. Metod för drivning och positionsmätning av en aktuator, omfattande ett av en eller flera permanentmagneter (2) magnetiserat gap (6) i vilket en talspole (3) är anordnad att röra sig mellan två ändlägen där mängden härmaterial (1) som omsluts av talspolen varierar med läget, varvid talspolen (3) är ansluten till en kontrollerbar strömkälla (7) *kännetecknad av att* strömmen genom talspolens medelström (Ispole) kan styras vilket kontrollerar aktuatorens kraft samt att en växelströmskomponent kan genereras genom vilken kretsen fasvridning kan mätas vilket ger en mätning på talspolens läge i förhållande till härmaterialet (1).
2. Metod för drivning och positionsmätning av aktuatorer enligt patentkrav 1 *kännetecknad av att* strömkällan består av ett eller flera switchande element (17) som anbringar spänning till talspolen (3) på ett sådant sätt att det unimodulära strömvändet genom talspolen (3) får att svänga mellan två kontrollerbara gränsvärden vilket leder till att frekvensen av sagda svängning är ett mätat på positionen av talspolen.
3. Metod för drivning och positionsmätning av aktuatorer enligt patentkrav 1 eller 2 *kännetecknad av att* positionsvärdena från talspolen (3) läge kopplas till en positionsregulator (11) som i sin tur styr medelströmmen genom talspolen (3) och därigenom bildar en återkopplad positionsregulator.
4. Metod för drivning och positionsmätning av aktuatorer enligt patentkrav 1 *kännetecknad av att* genom mätning av talspolens temperatur bildas en kompensationsfaktor för kompensering av mätfel som skapas av temperaturförändringar i talspolen (3).

## SAMMANDRAG

Uppfinningen avser en metod för drivning och positionsmätning av elektromagnetisk aktuator som fungerar enligt talspoleprincipen. Aktuatoren innehåller en stationär anordnad hämmare (1), en permanentmagnet (2) som bildar ett luftgap (6) där ett konstant magnetfält bildas gentemot vilket en axiellt rörlig talspole är anordnad så i sitt yttre lage delvis hämmar hämmaren (1) vilket leder till en stor 5 ändring av talspolens induktans då den rör sig mellan sina ändlägen. Talspolen är ansluten till en kontrollerbar strömkälla som både kan kontrollera strömlinjerna och en växelströmsinduktans genom talspolen vilket ger möjlighet att snabbtigt som kraften kan styras så kan kretens frekvens analyseras vilket ger ett mätt på induktansen i talspolen och därmed även ett mätt på talspolens läge.

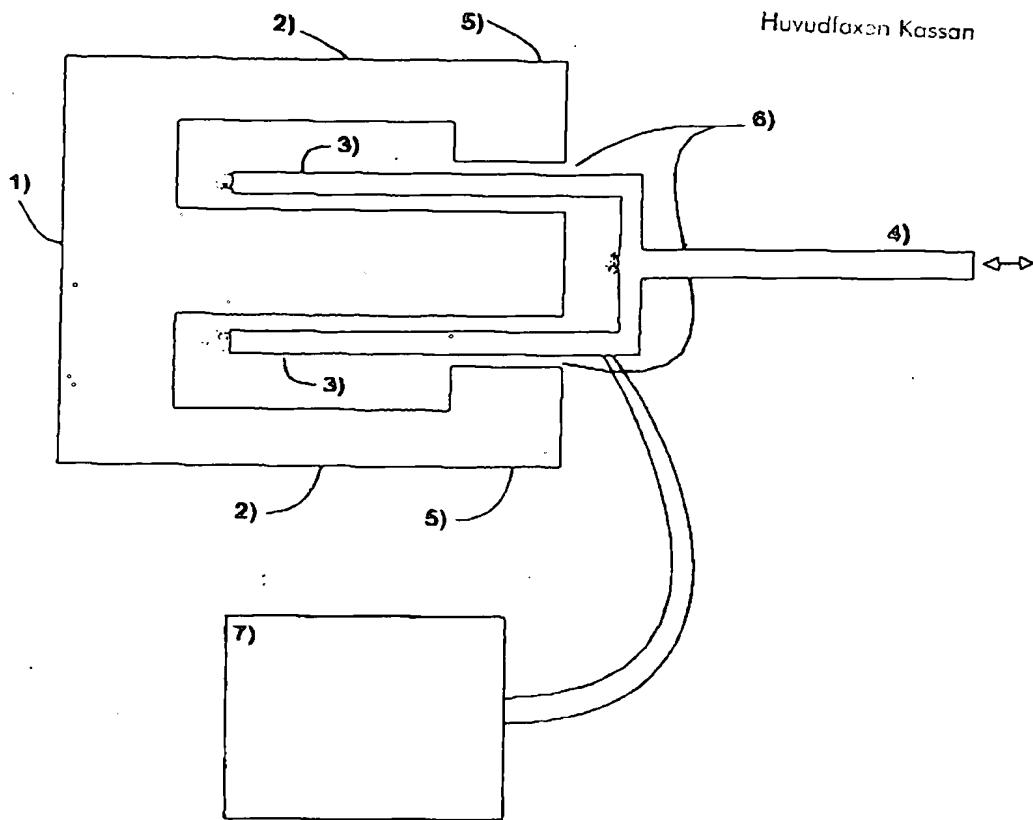
10

Ink. t. Patient- och reg.verket

1/2

2000-07-28

Huvudfaxen Kassan

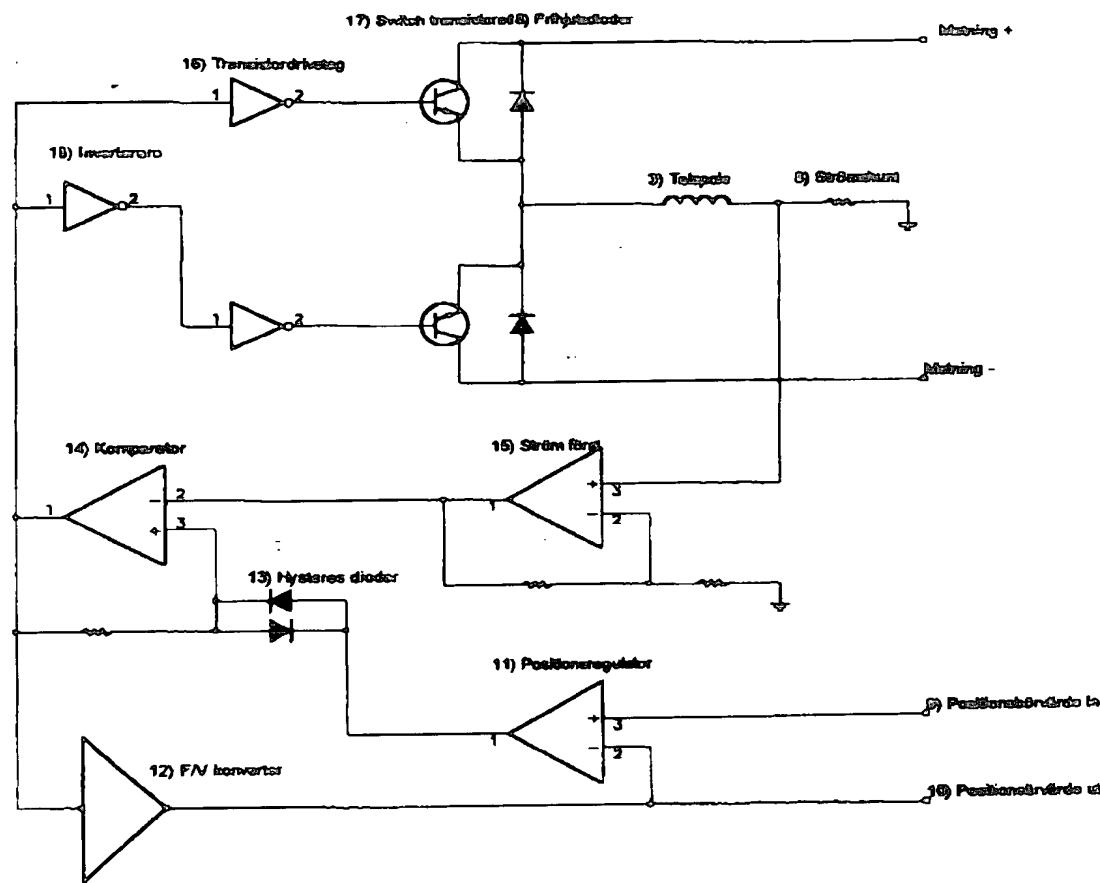


(Fig. 1)

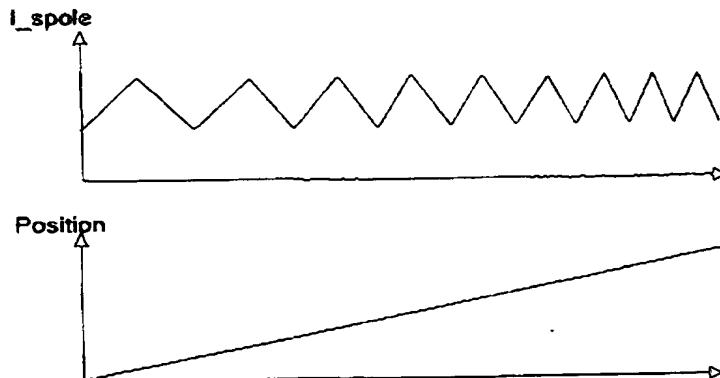
2000-07-28

2/2

Huvudfaxen Kassan



(Fig. 2)



(Fig. 3)